


# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

 **Aktenzeichen:** 103 14 977.5

**Anmeldetag:** 02. April 2003

**Anmelder/Inhaber:** H.C. Starck GmbH, 38642 Goslar/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Herstellung silikatischer Formkörper

**IPC:** C 04 B 41/68

 Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 9. März 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Wallner

### Verfahren zur Herstellung silikatischer Formkörper

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung silikatischer Formkörper, nach diesem Verfahren erhältliche silikatische Formkörper sowie deren Verwendung als  
5 Konstruktions-, Dämmstoff-, Dichtungs- oder Feuerfestmaterial.

10 Silikatische Formkörper haben in großer Bandbreite Eingang in technische Anwendungen gefunden, z.B. als Dämmstoffe im Bausektor, bei Hochtemperaturdichtungen (Asbestersatz) oder zur Formgebung in der Gießereitechnik.

15 Neben einer kostengünstigen Herstellung haben silikatische Formkörper in nahezu allen Anwendungsgebieten hohe Anforderungen an die mechanische Stabilität zu erfüllen. Zusätzliche Kriterien hängen von den diversen Anwendungen im Einzelnen ab. So ist im Bausektor meist zusätzlich eine hohe Wasserbeständigkeit in Kombination mit einer möglichst geringen Brennbarkeit gefordert; in der Gießereitechnik ist die Feuerfestigkeit das wichtigste Zusatzkriterium.

20 Die Herstellung der silikatischen Formkörper erfolgt üblicherweise aus silikatischen Rohstoffen, meist natürlichen Ursprungs wie Schichtsilikate oder Sande, und diversen überwiegend anorganischen Bindemitteln.

25 Als anorganisches Bindemittel werden häufig Wassergläser eingesetzt, die sehr preiswert sind, oft eine hohe mechanische Stabilität der Formkörper erzielen lassen und keine Stoffe enthalten, die zur Brennbarkeit oder Rauchgasentwicklung beitragen. Sie weisen aber den Nachteil hoher Wasserlöslichkeit auf und führen daher zu nicht wasserbeständigen Materialien. Ähnliche Nachteile ergeben sich mit Phosphaten als anorganische Bindemittel, deren Einsatz ebenfalls häufig beschrieben wird.

30 Aus der Gruppe der anorganischen Bindemittel sind die silikatischen auch deshalb besonders erwünscht, da sie wie die zu bindenden Rohstoffe hauptsächlich aus den umweltverträglichen Siliziumdioxid bestehen und sich diverse Recyclingmöglich-

keiten wie z.B. als Füllstoffe im Straßenbau und Landwirtschaft ergeben. Dagegen sind andere anorganische Produkte problematisch beim Recycling und müssen meist nach Gebrauch deponiert werden.

- 5 In WO-A 97/30951 wird die Herstellung von Formteilen aus Vermiculiten und anorganischen Bindemitteln wie insbesondere phosphorsäurehaltigen Bindern, Phosphaten oder Wassergläsern beschrieben. Eine gewisse Wasserbeständigkeit kann nur durch den Zusatz organischer Binderkomponenten erreicht werden, der aber unter Brennbarkeitsaspekten begrenzt ist. So sind mit Wasserglas und organischen
- 10 Komponenten gebundene Platten aus Vermiculiten mit bis zu 10 Gew.-% organischer Komponente bezogen auf das Endprodukt für Dämmstoffsysteme, wie beispielsweise Trennwände für Schiffsladeräume, an die hohe Anforderung im Hinblick auf die Wasserbeständigkeit gestellt werden, nicht geeignet.
- 15 DE-A 198 512 90 beschreibt den Einsatz von Wassergläsern und pulverförmiges, ausschließlich anorganische Bindemittel für Vermiculite bei der Herstellung von nicht brennbaren Platten. Nachteilig ist hier der sehr hohe Alkalisilikatanteil und die entsprechend schlechte Wasserbeständigkeit der Produkte.
- 20 Eine Verbesserung der mit Wassergläsern erzielbaren Festigkeiten von Platten auf Basis von Schichtsilikaten gelingt nach US 4 746 555 durch Zusatz von Phenolharzen und Holzspänen unter Inkaufnahme von Problemen bei der Brandlast, der Rauchgasentwicklung und der Entsorgung derartiger Formkörper.
- 25 DE-A 195 420 69 beschreibt die Bindung silikatischer Rohstoffe mit einer Mischung aus Wasserglas und pulverförmigen Siliziumdioxid, erreicht aber Wasserbeständigkeit nur durch Behandlung mit einem silikonhaltigen Hydrophobiermittel. Die silikonhaltigen Deckschichten sind zwar wasserabweisend, enthalten aber zum einen immer noch zur Rauchgasentwicklung beitragende organische Anteile und zeigen des
- 30 Weiteren auch eine geringe mechanische Festigkeit sowie schlechte Bindung zum silikatischen Substrat.

5 In der WO-A 01/051428 werden hohe mechanische Grünstandfestigkeiten von Dämmstoffplatten durch den Zusatz von organischen Bindern wie Polyurethanen beschrieben. Nach dem Herausbrennen der organischen Bestandteile verbleibt ein rein anorganisches Produkt. Dieser zusätzliche Produktionsschnitt führt jedoch zu höheren Fertigungskosten und umweltbedenklichen Ausbrenngasen. Zudem ist das Endprodukt weiterhin feuchtigkeitsanfällig.

10 Es besteht daher weiterhin Bedarf an silikatischen Formkörpern, die mechanisch stabil sind und die für die entsprechende Anwendung vorteilhaften zusätzlichen Anforderungen erfüllen. Hier seien beispielsweise hohe Wasserbeständigkeit in Kombination mit einer möglichst geringen Brennbarkeit und Rauchgasentwicklung für die Verwendung im Bausektor oder Feuerfestigkeit für die Anwendung in der Gießereitechnik zu nennen. Auch eine gute Recycelfähigkeit kann von Vorteil sein.

15 Die Aufgabe bestand daher darin, silikatische Formkörper, die die jeweils geeignete Kombination von Anforderungen erfüllen, und ein Verfahren zu deren Herstellung bereitzustellen.

20 Überraschend wurde nun gefunden, dass Formkörper, erhältlich nach einem Verfahren bei dem ein silikatischer Feststoff mit einer Lösung enthaltend ein erstes silikatisches Bindemittel vermischt und verpresst wird und anschließend mit einer Lösung enthaltend ein zweites silikatisches Bindemittel nachbehandelt wird, diese Anforderungen erfüllen.

25 Die Erfindung betrifft daher ein Verfahren zur Herstellung eines Formkörpers, dadurch gekennzeichnet, dass ein silikatischer Feststoff mit einer Lösung enthaltend ein erstes silikatisches Bindemittel vermischt und die Mischung dann verpresst wird und der gepresste Formkörper anschließend mit einer Lösung enthaltend ein zweites  
30 silikatisches Bindemittel nachbehandelt wird.

Der Begriff „silikatisch“ ist im Sinne von basierend auf Silikaten, Kieselsäuren oder  $\text{SiO}_2$ , diese enthaltend oder im Wesentlichen bestehend aus diesen zu verstehen.

5 Der Begriff „Mischung“ kann im Sinne der Erfindung eine Suspension oder Lösung umfassen. Die Mischung kann dickflüssig, zähflüssig, dünnflüssig, solförmig, gel-förmig, homogen oder inhomogen sein.

10 Bevorzugt weisen das erste und zweite silikatische Bindemittel einen unterschiedlichen Modul auf. Der Begriff Modul ist bekannt. Unter Modul in einem silikatischen Bindemittel versteht der Fachmann das analytisch bestimmbare Molverhältnis aus Siliziumdioxid ( $\text{SiO}_2$ ) und Alkalimetalloxid  $\text{M}_2\text{O}$  ( $\text{M}$  = Lithium, Natrium oder Kalium) im Feststoff des Bindemittels.

15 Als silikatische Feststoffe sind prinzipiell alle natürlichen oder synthetisch hergestellten Silikate, Kieselsäuren, Kieselsäureformen sowie  $\text{SiO}_2$  und dessen spezielle Formen sowie Feststoffe basierend auf diesen Substanzklassen geeignet. Beispielsweise geeignet sind natürliche oder synthetisch hergestellte silikatische Feststoffe wie Kieselsäuren, Pyrokieselsäuren, Quarze, Sande, amorphe oder (teil-)kristalline Alkali- und Erdalkalisilikate oder Alumosilikate (Tonminerale) wie beispielsweise  
20 Kaoline, Bentonite, Talkum, Glimmer, Feldspate, Nepheline, Leucite, Olivine, Andalusite, Kyanite, Sillimanite, Mullite, Vermiculite, Perlite, Pumice, Wollastonite, Attapulgit und Sepiolithe, natürliche in Sedimenten vorkommende Zeolithe wie beispielsweise Clinoptilolith, Ercinit und Mordenit sowie Zirkon-silikate. Silikate, deren Systematik und Strukturen sind beispielsweise in F. Liebau:  
25 "Die Systematik der Silicate," Naturwissenschaften 49 (1962) 481 – 491, in "Silicon" in K. H. Wedepohl (ed.): Handbook of Geochemistry, vol. II/3, chap. 14-A, Springer Verlag, Berlin 1972, pp. 1 – 32 sowie "Classification of Silicates," in P. H. Ribbe (ed.): Orthosilicates, reviews in mineralogy, vol. 5, Min. Soc. Am., 1980, pp. 1 – 24 beschrieben.

Bevorzugt werden als silikatischen Feststoffe Schichtsilikate, wie Vermiculite, Perlite oder Glimmer verwendet.

5 Für Anwendungen, bei denen wie beispielsweise bei Dämmstoffplatten im Bausektor geringe Dichten gefordert sind, werden die Schichtsilikate besonders bevorzugt in ihrer expandierten, d.h. geblähten Form eingesetzt.

10 Die silikatischen Feststoffe können im erfindungsgemäßen Verfahren in unterschiedlichen Korngrößen eingesetzt werden. So können beispielsweise Vermiculite in Pulverform oder als Granulat eingesetzt werden, wobei die mittleren Teilchengrößen beispielsweise bei 1 µm und 30 mm, bevorzugt bei 1 µm und 10 mm Durchmesser liegen können. In bevorzugten Ausführungsformen werden handelsübliche Vermiculite eingesetzt.

15 Die silikatischen Feststoffe werden bevorzugt mit einer Lösung enthaltend ein erstes silikatisches Bindemittel mit einem Modul von höchstens 50, besonders bevorzugt von 1,5 bis 10 vermischt.

20 Als Lösungsmittel für die silikatischen Bindemittel eignen sich prinzipiell alle Lösungsmittel, die keine Ausfällung des silikatischen Bindemittels bzw. keine für das erfindungsgemäße Verfahren nachteilige Veränderung des Bindemittels bewirken. Bevorzugt eignen sich als Lösungsmittel für die silikatischen Bindemittel Wasser oder Alkohole, beispielsweise Methanol, Ethanol, Propanol, Isopropanol und höhere Homologe, sowie Mischungen aus diesen in beliebigen Mischungsverhältnissen. Besonders bevorzugt eignet sich Wasser als Lösungsmittel für die  
25 silikatischen Bindemittel.

30 Unter Lösungen enthaltend silikatische Bindemittel sind im Sinne der Erfindung auch stabile Suspensionen, Sole oder Gele sowie kolloidale bzw. kolloiddisperse Lösungen, wie beispielsweise Kieselsole, zu verstehen.

Als silikatische Bindemittel im Sinne der Erfindung kommen beispielsweise lösliche Alkalisilikate, Kieselsäuren,  $\text{SiO}_2$  in beliebigen Modifikationen und Formen und Mischungen aus diesen in Frage. Beispielhaft seien hier die kommerziell erhältlichen Wassergläser, wie beispielsweise Natron- oder Kaliwasserglas, und die kommerziell erhältlichen nicht modifizierten sowie modifizierten Kieselsole aufgeführt.

10 In bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als Lösung eines ersten silikatischen Bindemittels Wasserglas gegebenfalls im Gemisch mit Siliziumdioxid und gegebenfalls weiterem zusätzlichem Lösungsmittel eingesetzt.

15 Die Lösungen enthaltend silikatische Bindemittel sind nach dem Fachmann bekannten Verfahren herstellbar. Beispielsweise kann eine geeignete Lösung enthaltend ein silikatisches Bindemittels durch Vermischen von Alkalisilikaten oder Lösungen von Alkalisalzen, z.B. Wasserglas, wie beispielsweise Natron- oder Kaliwasserglas, oder anderen wasserlöslichen Alkalisilikaten oder deren Lösungen, mit Siliziumdioxid und gegebenfalls Zugabe von zusätzlichem Lösungsmittel gegebenfalls unter anschließender Nachbehandlung dieser Lösung, z.B. durch Rühren gegebenfalls unter Erhitzen, hergestellt werden. Das Mischungsverhältnis Alkalisilikat und Siliziumdioxid wird zur Herstellung des ersten Bindemittels so gewählt, dass dieses ein Modul von höchstens 50, bevorzugt 1,5 bis 10 aufweist, und zur Herstellung des zweiten Bindemittels so gewählt, dass dieses ein Modul von mindestens 10, bevorzugt 20 bis 1000, besonders bevorzugt 50 bis 200 aufweist.

25 Das Siliziumdioxid wird dabei beispielsweise in Form von Fällungskieselsäuren, pyrogenen Kieselsäuren oder Kieselolen eingesetzt. Vorzugsweise wird es in Form von Kieselsole eingesetzt.

30 Die Lösung enthaltend ein erstes silikatisches Bindemittel weist bevorzugt einen Feststoffanteil von 5 bis 60 Gew.-%, vorzugsweise 20 bis 55 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der Lösung auf.

Die Mischung aus zu bindendem silikatischem Feststoff und der Lösung enthaltend ein erstes silikatisches Bindemittel enthält das erste silikatische Bindemittel in einer solchen Menge, dass der Feststoffanteil des silikatischen Bindemittels 1 bis 20 Gew.-%, bevorzugt 2 bis 15 Gew.-%, besonders bevorzugt 4 bis 12 Gew.-% bezogen auf das Gewicht des resultierenden Formkörpers vor der Nachbehandlung entspricht.

Das Vermischen der Lösung enthaltend das erste silikatische Bindemittel mit dem silikatischen Feststoff kann beispielsweise mit Hilfe von geeigneten Maschinen, wie beispielsweise Schaufelmischern, durchgeführt werden.

Die Mischung aus silikatischem Feststoff und der Lösung enthaltend das erste silikatische Bindemittel wird bei 20 bis 200°C, bevorzugt 20 bis 120°C, verpresst. Das Verpressen kann kontinuierlich oder diskontinuierlich erfolgen und kann nach den üblichen, dem Fachmann bekannten Verfahren durchgeführt werden. Beispielsweise können die bei der Spanplattenherstellung eingeführten Pressmaschinen nach den entsprechenden Verfahren eingesetzt werden, wie beispielsweise in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry (1996) Vol.A28, Seite 331 bis 333 beschrieben.

Zur Erzielung einer ausreichenden Anfangsfestigkeit des gepressten Formkörpers vor der Nachbehandlung reicht bereits ein minimaler Pressdruck aus. Eine ausreichende Anfangsfestigkeit ist dann gegeben, wenn der gepresste Formkörper durch die anschließende Nachbehandlung nicht beschädigt oder sogar zerstört wird, d.h. beispielsweise bei Tauchen oder Tränken mit dem zweiten silikatischen Bindemittel nicht auseinander bricht oder vollständig zerfällt. In bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens werden Pressdrücke von mindestens 2 kg/cm<sup>2</sup> angewandt. In weiteren bevorzugten Ausführungsformen können jedoch auch kleinere Pressdrücke als 2 kg/cm<sup>2</sup> angewandt werden.

Der so erhaltene lösungsmittelhaltige Formkörper kann nach dem Pressvorgang und vor der Nachbehandlung getrocknet werden. Diese Zwischentrocknung kann bei



5 Temperaturen von 10 bis 200°C, bevorzugt 20 bis 150°C erfolgen. So ist beispielsweise eine Trocknung bei Raumtemperatur ebenso wie eine Trocknung bei erhöhter Temperatur z.B. in entsprechenden Trockenschränken, Trockenräumen oder Öfen möglich. Auch eine Trocknung mittels Gefriertrocknung ist denkbar, sofern der gepresste Formkörper dabei nicht beschädigt wird. In bevorzugten Ausführungsformen wird der gepresste Formkörper vor der Nachbehandlung getrocknet. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die Festigkeit des gepressten Formkörpers vor der Nachbehandlung erhöht werden soll. So kann ebenfalls eine ausreichende Anfangsfestigkeit für die anschließende Nachbehandlung erzielt werden. Je nach Trocknungstemperatur und gewünschtem Trocknungsgrad kann die Trocknungszeit entsprechend variieren.

15 Nach dem Verpressen erfolgt erfindungsgemäß die Nachbehandlung des so erhaltenen Formkörpers mit einer Lösung enthaltend ein zweites silikatisches Bindemittel.

20 Das zweite silikatische Bindemittel weist einen gegenüber dem ersten silikatischen Bindemittel höheren Modul auf. Der Modul des zweiten silikatischen Bindemittels ist bevorzugt mindestens 10, besonders bevorzugt 20 bis 1000, ganz besonders bevorzugt 50 bis 200.

25 Die Lösung enthaltend das zweite silikatische Bindemittel weist bevorzugt einen Feststoffanteil von 5 bis 60 Gew.-%, besonders bevorzugt 20 bis 55 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der Lösung auf.

30 In bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als Lösung eines zweiten silikatischen Bindemittels ein Kieselol gegebenenfalls im Gemisch mit Wasserglas und gegebenenfalls weiterem zusätzlichem Lösungsmittel eingesetzt.

Die Nachbehandlung kann durch Tauchen, Tränken, Aufsprühen oder Aufstreichen und anschließender Trocknung gegebenenfalls unter Druck erfolgen. Die Dauer der Nachbehandlung richtet sich nach dem Verfahren. Bei einem Tauch- oder Tränkprozess kann beispielsweise bereits nach wenigen Sekunden eine ausreichende Aufnahme an Binderflüssigkeit erreicht werden. Es sind aber auch längere Nachbehandlungszeiten von bis zu mehreren Stunden möglich. Die Trocknung kann ebenso wie die oben bereits beschriebene Zwischentrocknung des vor der Nachbehandlung gepressten Formkörpers bei Temperaturen von 10 bis 200°C, bevorzugt 20 bis 150°C erfolgen. Sie kann ebenfalls beispielsweise bei Raumtemperatur ebenso wie bei erhöhter Temperatur z.B. in entsprechenden Trockenschränken, Trockenräumen oder Öfen durchgeführt werden. Auch eine Trocknung mittels Gefriertrocknung ist denkbar, sofern der nachbehandelte Formkörper dabei nicht beschädigt wird. Je nach Trocknungstemperatur kann die Trocknungszeit entsprechend variieren. Dabei sind Trocknungszeiten von wenigen Minuten oder Stunden bis hin zu mehreren Tagen oder sogar Wochen möglich.

Im Vergleich zum Feststoffanteil des Formkörpers an erstem silikatischem Bindemittel nach dem Verpressen wird durch die Nachbehandlung der Gesamtfeststoffanteil an erstem und zweitem silikatischem Bindemitteln auf 2 bis 40 Gew.-%, bevorzugt auf 5 bis 30 Gew.-%, besonders bevorzugt auf 8 bis 25 Gew.-% bezogen auf das Gewicht des nach der Nachbehandlung resultierenden Formkörpers erhöht.

Daher sind weiterhin Gegenstand der vorliegenden Erfindung Formkörper, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Gesamtanteil an silikatischen Bindemitteln von 2 bis 40 Gew.-%, bevorzugt 5 bis 30 Gew.-%, besonders bevorzugt 8 bis 25 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Formkörpers und einen Anteil an silikatischem Feststoff von 60 bis 98 Gew.-% bevorzugt 70 bis 95 Gew.-%, besonders bevorzugt 75 bis 92 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Formkörpers enthalten.

Durch die erfindungsgemäße Nachbehandlung mit der Lösung eines zweiten Bindemittels wird die mechanische Festigkeit des erfindungsgemäßen bzw. nach dem er-

findungsgemäßen Verfahren hergestellten Formkörpers im Vergleich zu der nach dem Verpressen erreichten gesteigert und eine Festigkeit erzielt, die allein durch Erhöhung des Feststoffanteils des ersten silikatischen Bindemittels im ersten Bindschritt nicht möglich ist. Die erfindungsgemäße Nachbehandlung mit der Lösung eines zweiten Bindemittels führt darüber hinaus zu einer höheren Wasserbeständigkeit des erfindungsgemäßen bzw. nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Formkörpers. Diese vorteilhaften Eigenschaften, insbesondere die erhöhte Wasserbeständigkeit, der erfindungsgemäßen oder nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erhältlichen Formkörper werden ohne Beimischung von organischen Komponenten, wie organischen Bindemitteln oder sonstigen organischen Zusatzstoffen, die in bekannten Formkörpern entweder verbleiben, wie z.B. in US 4 746 555 beschrieben, oder aber nachträglich durch aufwendige Verfahren aus diesen entfernt werden müssen, wie z.B. in WO-A 01/051428 beschrieben, erzielt.

Des Weiteren sind die erfindungsgemäßen oder nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erhältlichen Formkörper nicht brennbar und entwickeln im Brandfall keine Rauchgase.

Durch Verwendung von blähfähigen silikatischen Feststoffen wie z.B. Vermiculiten, Perliten oder Glimmer, vorzugsweise Vermiculiten, können poröse Formkörper erhalten werden, die auch bei einer geringen Dichte sehr gute mechanische Festigkeiten aufweisen. Die porösen silikatischen Formkörper weisen in der Regel Dichten von 0,2 bis 2,0 g/cm<sup>3</sup>, bevorzugt 0,3 bis 1,5 g/cm<sup>3</sup> und besonders bevorzugt 0,4 bis 1,2 g/cm<sup>3</sup> auf.

Weiterhin Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind Formkörper erhältlich nach dem vorangehend beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren. Hierbei gelten alle Vorzugsbereiche die für das erfindungsgemäße Verfahren gelten einzeln und in beliebiger Kombination auch für die nach diesem Verfahren erhältlichen Formkörper.

Bevorzugt Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind Formkörper hergestellt nach dem vorangehend beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren.

5 Erfindungsgemäße oder nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erhältliche Formkörper können beispielsweise Platten, Blöcke, Schalen, Röhren oder Halbschalen sein. Die erfindungsgemäßen oder nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erhältlichen Formkörper können für vielfältige Zwecke als Konstruktions-, Dämm-, Hochtemperaturdichtungs- oder Feuerfestmaterial verwendet werden. Bevorzugt werden die erfindungsgemäßen Formkörper als Trägerplatten für diverse Dämmstoffmaterialien wie z.B. Polystyrolblöcke, Polyurethanblöcke, oder Mineralwollmatten (z.B. Steinwolle) verwendet. Besonders vorteilhaft ist auch, dass sich Oberfläche der erfindungsgemäßen oder nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erhältlichen Formkörper in besonderem Maße zur Verklebung mit anderen im Dämmstoffbereich üblichen Materialien wie z.B. Metallen bzw. Metallfolien eignet.

15

Weiterhin werden die erfindungsgemäßen oder nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erhältlichen Formkörper als Dämmstoffe mit thermischer Isolationswirkung, und als Feuerfestmaterialien verwendet.

20

Es ist ebenfalls möglich, die erfindungsgemäßen oder nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erhältlichen Formkörper in der Gießereitechnik und als Hochtemperaturdichtungen einzusetzen.

25

Die im Folgenden aufgeführten Beispiele dienen der Erläuterung der Erfindung und sind nicht als Beschränkung aufzufassen.

### **Beispiele**

#### **Beispiel 1:** Herstellung einer Lösung enthaltend ein erstes silikatisches Bindemittel

5 Zur Herstellung einer Lösung enthaltend ein silikatisches Bindemittel mit Modul 6 werden 56,1 g Kaliwasserglas (Kaliwasserglas 35, Cognis Deutschland GmbH) mit 19,9 g 50 %igem Kieselöl (Levasil® 50/50 %, H.C.Starck GmbH) und 22,4 g deionisiertem Wasser eine Minute bei 20°C mit einem Magnetrührer gemischt. Man erhält eine Lösung mit 30,0 Gew.-% Feststoffgehalt an silikatischem Bindemittel.

#### **Beispiel 2:** Herstellung einer Lösung enthaltend ein zweites silikatisches Bindemittel

15 Zur Herstellung einer Lösung enthaltend ein silikatisches Bindemittel mit Modul 50 werden 2,8 g Kaliwasserglas (Kaliwasserglas 35, Cognis Deutschland GmbH) mit 19,9 g 50 %igem Kieselöl (Levasil® 50/50 %, H.C.Starck GmbH) und 14,0 g deionisiertem Wasser wie unter Beispiel 1 angegeben vermischt. Man erhält eine Lösung mit 30,0 Gew.-% Feststoffgehalt an silikatischem Bindemittel.

#### **Beispiel 3:** Herstellung eines erfindungsgemäßen Formkörpers

20 100 Gewichtsteile eines Vermiculites mit einer mittleren Korngröße von ca. 1 mm (Vermiculit SFX, Micronized Products (PTY) Ltd) werden mit 20 Gewichtsteilen einer Lösung enthaltend ein erstes silikatisches Bindemittel gemäß Beispiel 1 (einer wässrigen Alkalisilikatlösung mit einem Modul von 6 und einem Feststoffgehalt von 30 Gew.-%) mit einer Küchenmaschine (Braun Multipraktic 120, Einsatz: Rührbesen) vermischt. Nach 5 Minuten wird eine ausreichende Homogenisierung erreicht.

30 Von der so erhaltenen Masse werden 2,2 g bei 20°C in einer Stempelpresse verpresst. Der Stempeldurchmesser beträgt 20 mm, der Pressweg 50 mm und das Auflagegewicht 22,3 kg. Damit resultiert ein Druck von 7,1 kg/cm².

Der erhaltene Pressling (gepresster Formkörper) wird bei 110°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

- 5 Der so erhaltene Formkörper wird 5 Sekunden in der Lösung enthaltend ein zweites silikatisches Bindemittel gemäß Beispiel 2 (eine wässrige Alkalisilikatlösung mit einem Modul von 50 und einem Feststoffgehalt von 30 Gew.-%) getränkt.

- 10 Abschließend wird der resultierende Formkörper ebenfalls bei 110°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

Es wird ein erfindungsgemäßer Formkörper mit einer Dichte von 0,9 g/cm<sup>3</sup> erhalten.


- 15 Der Formkörper weist eine sehr gute mechanische Festigkeit bei gleichzeitig sehr guter Wasserbeständigkeit auf, er ist nicht brennbar und entwickelt selbst beim Glühen keine Rauchgase.

- 20 Zu Vergleichszwecken werden Formkörper mit Kaliwasserglas 35 oder Natronwasserglas 37/40 (Cognis Deutschland GmbH) sowie deren Mischungen mit bis zu 10 Gew.-% an handelsüblichen Polyacrylaten, wie Mowilith DM 60 (Celanese AG), als organischer Binderkomponente ohne Nachbehandlung hergestellt.


- 25 Bei den einstufigen Vergleichsversuchen werden Formkörper vergleichbarer aber mit deutlichen Nachteilen bei Festigkeit, im Folgenden auch als mechanische Festigkeit bezeichnet, Wasserbeständigkeit, Brennbarkeit und/oder Rauchgasentwicklung erhalten.

**Vergleichsbeispiel 1:** Herstellung eines Formkörpers mit Wasserglas als Bindemittel ohne Nachbehandlung

5 100 Gewichtsteile eines Vermiculites (Typ wie bei Beispiel 3) werden mit 20 Gewichtsteilen Kaliwasserglas 35 (Cognis Deutschland GmbH, 35 % Feststoffgehalt, Modul ca. 3,4) mit einer Küchenmaschine wie bei Beispiel 3 vermischt. Pressung und Trocknung erfolgen ebenfalls wie bei Beispiel 3 beschrieben. Es erfolgt keine Nachbehandlung.

 10 Es wird ein Formkörper (6,5 Gew.-% Bindemittelanteil bezogen auf das Gesamtgewicht des Formkörpers) mit guter mechanischer Festigkeit erhalten, der zwar nicht brennbar ist und keine Rauchgase entwickelt, allerdings eine sehr schlechte Wasserbeständigkeit aufweist.

15 **Vergleichsbeispiel 2:** Herstellung eines Formkörpers mit einer Wasserglas/Polyacrylat-Mischung als Bindemittel ohne Nachbehandlung

 20 100 Gewichtsteile eines Vermiculites (Typ wie bei Beispiel 3) werden mit 40 Gewichtsteilen einer 1:1 Mischung aus Kaliwasserglas 35 und Mowilith DM 60 vermischt. Das weitere Verfahren erfolgt gemäß Vergleichsbeispiel 1.

25 Es wird ein Formkörper (6,5 Gew.-% anorganischer und 10 Gew.-% organischer Bindemittelanteil bezogen auf das Gesamtgewicht des Formkörpers) mit guter mechanischer Festigkeit erhalten. Der Formkörper ist zwar nur gering brennbar, entwickelt aber Rauchgase und zeigt zudem eine schlechte Wasserbeständigkeit.

30 Der erfindungsgemäß hergestellte Formkörper aus Beispiel 3 zeigt gegenüber den in den Vergleichsbeispielen ohne Nachbehandlung hergestellten Formkörpern zum einen höhere mechanische Festigkeit und höhere Wasserbeständigkeit, zum anderen ist er nicht brennbar und entwickelt folglich auch keine Rauchgase.

**Patentansprüche:**

- 5 1. Verfahren zur Herstellung eines Formkörpers, dadurch gekennzeichnet, dass ein silikatischer Feststoff mit einer Lösung enthaltend ein erstes silikatisches Bindemittel vermischt und die Mischung dann verpresst wird und anschließend der gepresste Formkörper mit einer Lösung enthaltend ein zweites silikatisches Bindemittel nachbehandelt wird.
- 10 2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite silikatische Bindemittel einen höheren Modul als das erste silikatische Bindemittel aufweist.
- 15 3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als erstes silikatisches Bindemittel ein solches mit einem Modul von höchstens 50 eingesetzt wird.
- 20 4. Verfahren gemäß wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als erstes silikatisches Bindemittel ein solches mit einem Modul von 1,5 bis 10 eingesetzt wird.
- 25 5. Verfahren gemäß wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass als zweites silikatisches Bindemittel ein solches mit einem Modul von mindestens 10 eingesetzt wird.
- 30 6. Verfahren gemäß wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass als zweites silikatisches Bindemittel ein solches mit einem Modul von 20 bis 1000 eingesetzt wird.
7. Verfahren gemäß wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Lösung enthaltend das erste silikatische Bindemittel einen Feststoffgehalt von 5 bis 60 Gew.-% aufweist.



8. Verfahren gemäß wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Lösung enthaltend das zweite silikatische Bindemittel einen Feststoffgehalt von 5 bis 60 Gew.-% aufweist.
- 5 9. Verfahren gemäß wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Nachbehandlung mit der Lösung enthaltend das zweite silikatische Bindemittel durch Tränken, Aufsprühen oder Aufstreichen und anschließende Trocknung erfolgt.
- 10 10. Verfahren gemäß wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der silikatische Feststoff bevorzugt ein Schichtsilikat ist.
- 15 11. Verfahren gemäß wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der silikatische Feststoff ein Vermiculit, Perlit oder Glimmer ist.
- 20 12. Verfahren gemäß wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der silikatische Feststoff ein Vermiculit ist.
- 25 13. Formkörper erhältlich durch ein Verfahren gemäß wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12.
- 30 14. Formkörper, dadurch gekennzeichnet, dass er einen Gesamtanteil an silikatischen Bindemitteln von 2 bis 40 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Formkörpers und einen Anteil an silikatischem Feststoff von 60 bis 98 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Formkörpers enthält.
15. Verwendung der Formkörper gemäß Anspruch 13 oder 14 als Dämmstoff- oder Feuerfestmaterial.

16. Dämmstoff- oder Feuerfestmaterial, dadurch gekennzeichnet, dass es einen oder mehrere Formkörper gemäß Anspruch 13 oder 14 enthält.
17. Verwendung der Formkörper gemäß Anspruch 13 oder 14 als Trägerplatte für weitere Dämmstoffmaterialien.
18. Trägerplatte, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen oder mehrere Formkörper gemäß Anspruch 13 oder 14 enthält.
19. Verwendung der Formkörper gemäß Anspruch 13 oder 14 in der Gießertechnik oder als Hochtemperaturdichtungen.

**Verfahren zur Herstellung silikatischer Formkörper**

**Z u s a m m e n f a s s u n g**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Formkörpers, dadurch gekennzeichnet, dass ein silikatischer Feststoff mit einer Lösung enthaltend ein erstes silikatisches Bindemittel vermischt und die Mischung dann verpresst wird und anschließend der gepresste Formkörper mit einer Lösung enthaltend ein zweites silikatisches Bindemittel nachbehandelt wird, nach diesem Verfahren erhältliche silikatische Formkörper sowie deren Verwendung als Konstruktions-, Dämmstoff-, Dichtungs- oder Feuerfestmaterial.